

特開平8-42381

(43)公開日 平成8年(1996)2月13日

| (51)Int.Cl. <sup>6</sup> | 識別記号    | 庁内整理番号    | F I | 技術表示箇所 |
|--------------------------|---------|-----------|-----|--------|
| F 0 2 D 41/34            |         | E 9247-3G |     |        |
| F 0 1 L 13/00            | 3 0 1 F |           |     |        |
| F 0 2 D 13/02            |         | D         |     |        |
| 43/00                    | 3 0 1 Z |           |     |        |
|                          | J       |           |     |        |

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 8 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平6-176435

(22)出願日 平成6年(1994)7月28日

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 大山 宜茂

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内

(72)発明者 藤枝 颯

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内

(72)発明者 野木 利治

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内

(74)代理人 弁理士 小川 勝男

最終頁に続く

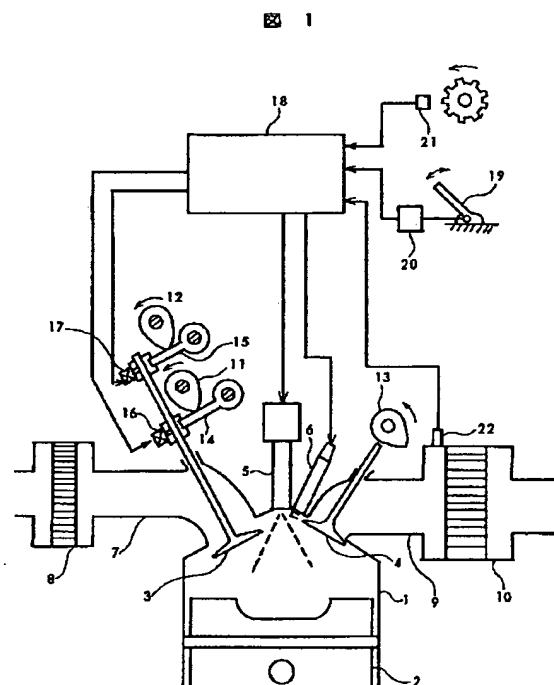
(54)【発明の名称】 内燃機関の制御方法及び制御装置

(57)【要約】

【目的】圧縮行程と膨張行程との比が1以下の筒内燃料噴射エンジンの制御方法及び制御装置において、すすの発生、燃焼の不安定、NO<sub>x</sub>の増大を防止する制御装置を提供するとともに、空気量が少なくなったとき、燃焼の不安定を回避することを目的とする。

【構成】変化した空気量に基づいて燃料噴射時期を制御するようにする。また、エンジンの制御装置18に、変化した空気量に基づいて燃料噴射時期を制御する手段97を付加する。

【効果】燃焼室内の空気量の変化に応じ燃料噴射時期を制御できるので、すすの発生、燃焼の不安定、NO<sub>x</sub>の増大を防止することができ、空気量が少なくなったとき、燃焼の不安定を回避できる。



#### 【特許請求の範囲】

【請求項1】内燃機関の燃焼室内に噴射口を備えた燃料噴射装置から噴射される燃料の量と噴射時期を制御するとともに、

吸気バルブの開閉時期を制御する内燃機関の制御方法において、

前記燃焼室内の燃焼すべき空気量の変化に基づいて、前記燃料噴射装置から噴射される燃料の量と噴射時期を制御することを特徴とする内燃機関の制御方法。

【請求項2】内燃機関の燃焼室内に噴射口を備えた燃料噴射装置から噴射される燃料の量と噴射時期を制御するとともに、

吸気バルブの開閉時期を制御する内燃機関の制御方法において、

アクセルペダルの踏み込み量に基づいて、前記燃料噴射装置から噴射される燃料の量と噴射時期を制御することを特徴とする内燃機関の制御方法。

【請求項3】内燃機関の燃焼室内に噴射口を備えた燃料噴射装置から噴射される燃料の量と噴射時期を制御する燃料噴射時期制御手段と、

吸気バルブの開閉時期を制御する吸気バルブ開閉制御手段とを備えた内燃機関の制御装置において、

前記燃料噴射時期制御手段は、前記燃焼室内の燃焼すべき空気量の変化に基づいて、燃料の量と噴射時期を制御することを特徴とする内燃機関の制御装置。

【請求項4】内燃機関の燃焼室内に噴射口を備えた燃料噴射装置から噴射される燃料の量と噴射時期を制御する燃料噴射時期制御手段と、

吸気バルブの開閉時期を制御する吸気バルブ開閉制御手段とを備えた内燃機関の制御装置において、

前記燃料噴射時期制御手段は、アクセルペダルの踏み込み量に基づいて、燃料の量と噴射時期を制御することを特徴とする内燃機関の制御装置。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、内燃機関、例えば、ガソリンエンジン、ディーゼルエンジン、天然ガスエンジン等のうちの筒内燃料噴射エンジンの制御方法及び制御装置に関する。

##### 【0002】

【従来の技術】内燃機関のうち、燃焼室に直接燃料が噴射されるものは筒内燃料噴射エンジンと呼ばれる。筒内燃料噴射エンジンとしては、ディーゼルエンジンが良く知られているが、空気量の変化に対する燃料噴射時期の制御手段は具備していない。また、圧縮行程と膨張行程との比が1以下のエンジンとしては、ミラーサイクルエンジンが知られている。しかし、ミラーサイクルエンジンは上記の空気量の変化に対する燃料噴射時期の制御手段を具備していない。

##### 【0003】

【発明が解決しようとする課題】従来の筒内燃料噴射エンジンの制御装置は、空気量が一定の条件で、燃料噴射時期、点火時期を制御するようになっている。したがって、圧縮行程と膨張行程との比が1以下になる筒内燃料噴射エンジンをこの制御装置で制御すると、燃料量が多いとき、局所的に混合気が過濃となり、ディーゼルエンジンのようにすすが発生する。また、燃料量が少ないとき、点火プラグ近くの混合気が過薄になり、燃焼が不安定になる。さらに、空気量が一定の条件で、燃料量を増大すると、空燃比が小さくなり、窒素酸化物( $\text{NO}_x$ )の排出量が増大する。

【0004】本発明は、圧縮行程と膨張行程との比が1以下になる筒内燃料噴射エンジンにおいて、上記のすすの発生、燃焼の不安定、 $\text{NO}_x$ の増大を防止する制御方法及び制御装置を提供することを目的とする。

【0005】さらに、空気量可変手段によって、圧縮行程と膨張行程の比が1より小さくなったとき、すなわち、空気量が小さくなったとき、燃焼の不安定を回避することを目的とする。

##### 【0006】

【課題を解決するための手段】本発明では、空気量を変化させる空気量可変手段、例えば、吸気バルブ可変装置、スロットルバルブ、吸入空気の前圧機を具備する圧縮行程と膨張行程との比が1以下になる筒内燃料噴射エンジンの制御方法において、変化した空気量に基づいて燃料噴射時期を制御するようにする。また、アクセルペダルの踏み込み量でこの空気量に変化するように制御されるものでは、アクセルペダルの踏み込み量に基づいて燃料噴射時期を制御するようにする。さらに、前記エンジンの制御装置においては、変化した空気量に基づいて燃料噴射時期を制御する手段を付加する。また、アクセルペダルの踏み込み量でこの空気量に変化するように制御されるものでは、アクセルペダルの踏み込み量に基づいて燃料噴射時期を制御する手段を付加する。

##### 【0007】

【作用】アクセルペダルの踏み込み量が増大すると、制御装置によって、空気量可変手段が制御され、空気量が増大する。これと連動して、燃料噴射時期制御手段によって噴射時期が制御され、混合気の過濃化によるすすの発生が抑止され、かつ、燃料量の変化に応じて、空気量可変手段が制御されるので、空燃比が1.6から1.8の値になることがなく、 $\text{NO}_x$ の排出量が抑制される。

【0008】さらに、空気量可変手段によって、圧縮行程と膨張行程の比が1より小さくなったとき、すなわち、空気量が小さくなったとき、燃料噴射時期が制御されるので、燃焼の不安定が回避される。

##### 【0009】

【実施例】以下本発明の実施例を図面を用いて説明する。図1において、エンジン1に、凹み燃焼室を有するピストン2、吸気バルブ3、排気バルブ4、燃料噴射弁

5、点火プラグ6が取付けられ、吸気管7には、エアークリーナ8が、排気管9には、窒素酸化物浄化用の触媒コンバータ10が配置される。吸気バルブ3は、低負荷用のカム11、高負荷用のカム12で駆動される。排気バルブ4はカム13で駆動される。カム11は、ロッカアーム14を押し、カム12はロッカアーム15を押す。このとき、低負荷では電磁ソレノイド16の作用で、ロッカアーム14が吸気バルブ3に接続される。高負荷では電磁ソレノイド17の作用で、ロッカアーム15が吸気バルブ3に接続される。点火プラグ6、燃料噴射弁5、電磁ソレノイド16、17の動作は、制御装置18によって制御される。アクセルペダル19の位置は、ポテンショメータ20によって、エンジンの回転速度は、回転センサ21によって、排気空燃比は、空燃比センサ22によって、制御装置18に入力される。

【0010】アクセルペダル19の踏み込み量に対し、図2のように、燃料噴射弁5の燃料量を制御する。エンジン回転速度が大きいときの燃料量を小さくするのは、エンジンの暴走を防止するための公知の事項である。燃料量が小さいとき、空気量/燃料量の比が大きくなり、混合気が希薄になるので、図3のごとく、噴射時期を圧縮上死点近くまで遅らせ、点火プラグ6の近くに燃料を集めて、着火を安定にする。燃料量が大きいときは、噴射時期を吸気終りより早くし、燃料と空気の混合を促進することは公知である。点火時期は図3に示すごとく、噴射時期より遅れ、かつ、燃料量が大きいときは、遅れ側に設定されることも公知である。図2、図3の燃料量、噴射時期、点火時期は、制御装置18によって制御される。これらの制御は公知であるので、ここでは説明を省略する。

【0011】高負荷カム12、低負荷カム11の形状を図4に示す。低負荷カム11によって、吸気バルブ3は、圧縮行程の半ばまで開く。これに対し、高負荷カム12は、従来のものと同じで、圧縮行程の始めに、吸気バルブ3が閉じる。したがって、電磁ソレノイド16、17を切換動作し、燃料量が大きいときは、高負荷用カム12を吸気バルブ3に接続し、燃料量が小さいときは、低負荷用カム11を吸気バルブ3に接続することによって、図5に示す空気量の特性が得られる。排気バルブ13は、従来と同じく、排気（膨張）行程の終りに閉じられる。このようにして、燃料量が小さいときの空気量が小さくなるので、図6に示すごとく、燃料量が小さい領域の空燃比の増大が抑止され、燃料量が小さいときの燃焼が安定化する。このとき、図6の燃料量がaのとき、すなわち切換時の空燃比が16以下にならないよう、空気量を設定する。なぜなら、空燃比16付近で窒素酸化物の排出量が極大になるためである。このため、図5の吸気弁閉じ時期は、空燃比が上記の条件を満足するように設定される。これにより、図7に示すごとく、燃料量が小さい領域の炭化水素の排出量の増大を低減す

ると共に、窒素酸化物の排出量の増大が抑止できる。図6の空燃比は、空燃比センサ22によって検出され、空燃比が、aの点で16に近付いたときは、燃料量を小さくするか、吸気弁閉時期を進めて、空燃比の修正動作を行う。これにより、窒素酸化物の排出量の増大を防止する。

【0012】図8に示すごとく、吸気弁閉時期を遅らせているので、圧縮ストロークが小さくなり、膨張ストロークは変わらないので、膨張圧縮比が2になり、膨張仕事は有効にピストンに伝わるので、燃費率が10%低減する。このような、吸気弁遅閉じは、ミラーサイクルエンジンとして公知であるが、ここでは、筒内噴射と組合せた点に新規性がある。すなわち、膨張仕事を有効に活用するミラーサイクルの効果と共に、筒内の空気量の低減による燃料の安定化の効果を重畳したものである。

【0013】図1の実施例では、吸気バルブ3の閉時期を制御して、燃料量が大きい領域の空気量を増大する方法を示した。代案として、閉時期を固定したまま、過給圧を高めることによって、空気量を増大することができる。このときは、膨張/圧縮比が、燃料量が大きい領域でも2になるので、燃費率が全体的に低くなる。

【0014】以上のごとく、筒内噴射によって高空気過剰率（高空燃比）での安定運転を可能にすると共に、吸気バルブの遅閉じによって、膨張仕事の有効活用が可能になるので、炭化水素、窒素酸化物の排出量を低減しながら、燃費率を大幅に低減することができる。

【0015】吸気バルブ3の遅閉じにおける、空気量の増大は、前述のように、空気の過給圧力を加減するか、吸気バルブ3の閉時期を加減するかによって実施される。図1の実施例では段階的に変化する方法を示したが、これを連続的に変化させることも公知の技術で容易に達成することができる。

【0016】従来の筒内噴射システムは、シリンダ内の空気量が一定の条件において、噴射時期、点火時期を設定するようになっていた。しかし、本発明のように、燃料が多い領域において、空気量を増す場合には充分対応することが困難である。空気量が増加した際、噴射時期が一定のままでは、点火プラグ6の近くの燃料の濃度が小さくなり、燃焼が不安定になる。これを回避するためには、空気量の変化に対して、噴射時期、点火時期を制御する必要がある。

【0017】すなわち、本発明の要点は、

(1) 負荷（燃料量）の変化に対して、空気量を正確に制御し、かつ、噴射時期、点火時期を負荷の変化に対し、正確に制御する。このとき、空燃比センサ22によって、排気空燃比を検出し、これによって空気量の制御の誤差を把握し、修正動作を行う。

【0018】(2) 負荷の変化に対し、噴射時期、点火時期を正確に制御し、かつ、空気量制御信号、例えば、図1の電磁ソレノイド16、17の制御信号と同期して、

噴射時期、点火時期を制御する。

【0019】のいずれかの手段を具備する必要がある。

【0020】図9において、空気量が $G_2$ のとき、噴射時期は、燃料量が増大するほど、負になる。すなわち、圧縮上死点を零にしているの、噴射時期が進み、 $-180$ クラック角度、すなわち、圧縮行程の始めまで進む。

【0021】ミラーサイクルエンジンでは、過給圧力を低下すると、空気量が低下し、例えば、 $G_1$ になる。このとき、従来のように、燃料量に対する噴射時期を固定していたのでは、理論空燃比近くの噴射時期が $-90$ 度となり、燃料と空気の混合が促進されない。これに対し、本発明では、噴射時期を $-180$ 度まで進め、混合を促進し、燃焼を安定化することができる。

【0022】図10に本発明による制御のフロー図を示す。図10のブロック91でエンジンの回転速度を検出し、ブロック92でアクセルペダルの踏込量を検出する。両者の値で、ブロック93で、要求燃料量を演算する。図2の線図をマップ化したテーブルから要求値を読み出す。図8において、燃料量が $F_1$ より大きいときは、空気量は $G_2$ に、 $F_1$ より小さいときは、 $G_1$ になる。燃料量に対し、空気量を連続的に定めることもできる。ブロック94で、空燃比センサ22によって、空燃比を検出する。この値を基に、ブロック95で、実際の空気量を推定する。この推定値を基に、ブロック96で、空気量を修正する。これは、過給圧力を加減するか、あるいは、吸気管7にスロットルバルブを設けて吸気管圧力を加減するか、あるいは、吸気弁閉時期を加減することによって行われる。ブロック97において、図9のような、燃料量と空気量、回転速度に対する噴射時期の表から、噴射時期を決定し、ブロック98で、実際の燃料噴射を実行する。ブロック99で、ブロック97の噴射時期の決定と同じ様に、燃料量、空気量、回転速度に対する点火時期の表から点火時期を決定し、ブロック100で実際の点火を実行する。

【0023】4ストロークエンジンの場合は、図10に示すフローチャートを2回転に1回、2ストロークエンジンの場合は、1回転に1回実行する。

【0024】図11に空気量の制御装置を示す。まず、第1は、図1に示したとき、吸気バルブ3の閉時期制御装置101を電磁アクチュエータ107で制御する。閉時期を遅らせると、空気量が減少し、閉時期を吸気行程の終わりまで進めると、空気量が増加する。第2は、吸気管7にスロットルバルブ102を設け、これを電動アクチュエータ103で制御する。バルブ102を開けると、空気量が増加し、閉じると減少する。第3は、圧縮機104を設け、これを電動するか、エンジン1で動かし、空気圧力を高めて、空気量を増す。バイパスバルブ105を電動アクチュエータ106で動かし、バルブ105を開けると、空気量が減少する。空気量は、大気

圧、空気温度の変化によって変わるので、温度センサ108、圧力センサ109の出力信号を、制御装置18に入力し、所定の修正動作を行う。吸気バルブ3の閉時期の経時変化によっても、空気量に変化する。したがって、空燃比センサ22の出力信号を制御装置18に入力し、図10のブロック95で、この出力信号を基に、空気量を推定する。

【0025】空気量の最大値は、エンジン1の行程容積と圧縮機の容量によって制約される。エンジン1の出力、トルクを増すには、燃料量を、従来のエンジンと同じ様に、図12のごとく空燃比が11になるまで、増す必要がある。窒素酸化物 $NO_x$ の濃度は、空燃比が10~18で極大値を示すので、この空燃比の領域を避けて、エンジン1は運転される。図13に示すごとく、空燃比が $f_1$ より小さいときは、空気量を小さく設定し、空燃比を18以上にする。燃料量が $f_2$ より大きいときは、空気量を大きく設定し、空燃比を14.7(理論空燃比)以下に設定する。燃料量が $f_1$ と $f_2$ の間ときは、空気量を連続的に変えて、空燃比を理論空燃比に制御する。この領域では、三元触媒によって、窒素酸化物を浄化する。

【0026】図14に、空燃比に対する $NO_x$ の排出量の変化を示す。噴射時期が遅れるほど、 $NO_x$ がピークを示す空燃比が大きくなる。曲線の●印以上の空燃比ではエンジンの燃焼が不安定になる。したがって、●点の右側で運転する。しかし、空燃比が小さくなると、 $NO_x$ が増大するので、●点ぎりぎりの空燃比で運転される。すなわち、噴射時期に対する空燃比の設定、あるいは、空燃比に対する噴射時期の設定、あるいは燃料量に対する空燃比の設定(図3)は、図14のごとき実験データを基に定められる。空燃比が同じで、噴射時期が遅れると、 $NO_x$ が増大する。燃料量の増大に対して、空燃比が小さくなる際に、噴射時期の進め制御が遅れると、 $NO_x$ が増大する。しかし、本発明においては、燃料噴射弁5は、電気的に制御されるので、遅れがなく、したがって、 $NO_x$ の増大が回避できる。

【0027】以上、筒内燃料噴射エンジンにおいて、点火プラグで、混合気を着火、燃焼させる場合の実施例を示したが、ディーゼルエンジンのように、自己着火するエンジンにも適用することができる。また、吸気バルブの遅閉じによる、圧縮行程/膨張行程が1以下のミラーサイクルのエンジンの実施例を示したが、吸気バルブ早閉じ、すなわち、吸気バルブと吸気行程の途中で閉じる方法でも、ミラーサイクルを実現することができる。

【0028】

【発明の効果】本発明では、筒内燃料噴射エンジンにおいて、シリンダの空気量の変化に応じ、燃料噴射時期を制御できるので、すすの発生、燃焼の不安定、 $NO_x$ の増大を防止することができる。

【0029】また、圧縮行程/膨張行程を1以下にし、

かつ、安定燃焼を達成することによって、圧縮仕事が増加し、エンジンの燃焼経済性が向上する。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の実施例の構成図。

【図 2】 アクセルペダルの踏み込み量と燃料量との関係図。

【図 3】 燃料量と噴射時期、点火時期との関係図。

【図 4】 吸気バルブの開閉カムの動作とクランク角度との関係図。

【図 5】 燃料量と空気量及び吸気弁閉時期との関係図。

【図 6】 燃料量と空燃比との関係図。

【図 7】 燃料量と窒素酸化物、炭化水素の排出量との関係図。

係図。

【図 8】 燃料量と燃費率及び膨張／圧縮比との関係図。

【図 9】 燃料量と空気量との関係図。

【図 10】 本発明の実施例の制御のフロー図。

【図 11】 空気量の制御装置の構成図。

【図 12】 空燃比とトルク及び窒素酸化物の排出量との関係図。

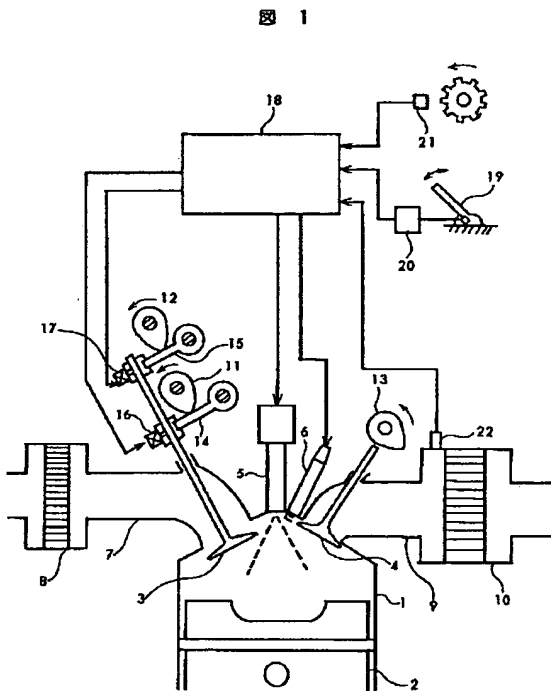
【図 13】 燃料量と空燃比及び空気量との関係図。

【図 14】 空燃比と窒素酸化物の排出量との関係図。

【符号の説明】

1…エンジン、3…吸気バルブ、5…燃料噴射弁、18…制御装置。

【図 1】



【図 3】

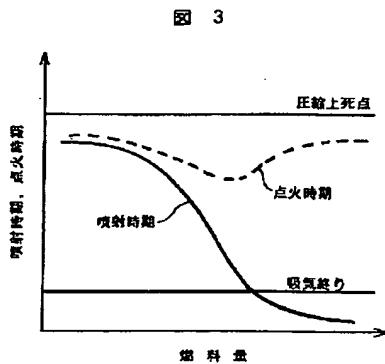
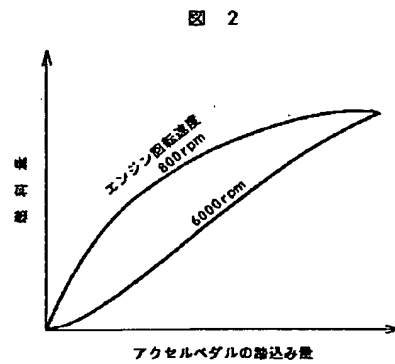


図 3

【図 2】



【図 4】

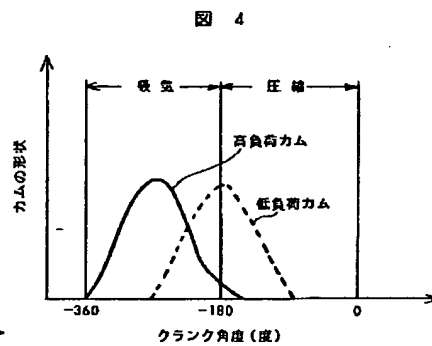


図 4

【図 14】

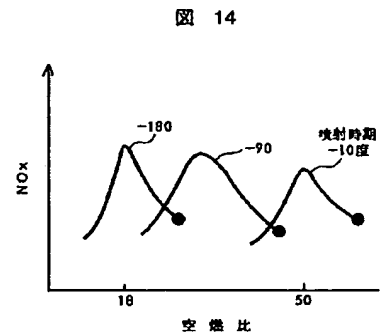
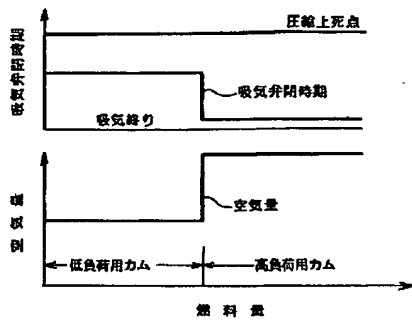


図 14

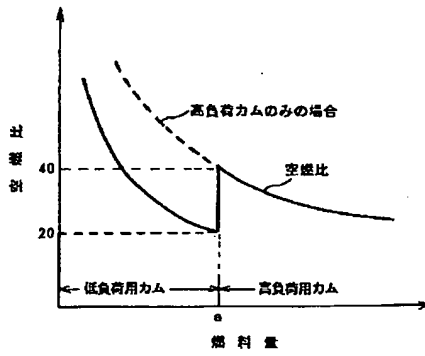
【図5】

図 5



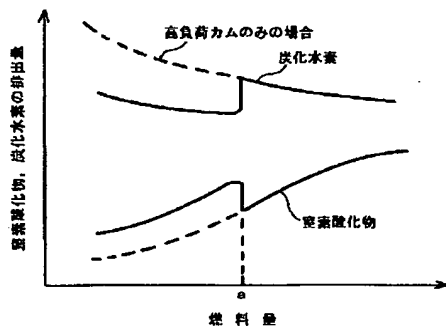
【図6】

図 6



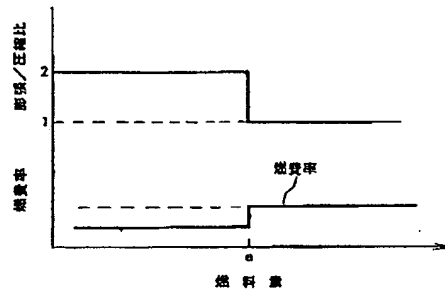
【図7】

図 7



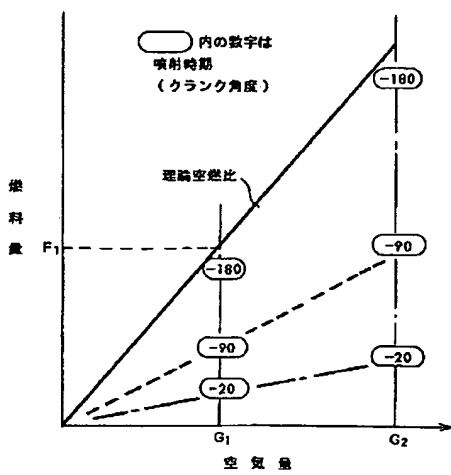
【図8】

図 8



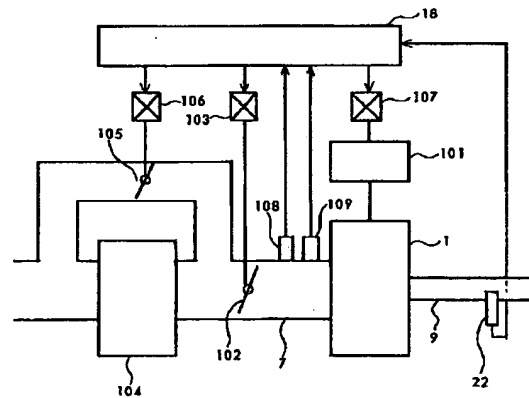
【図9】

図 9



【図11】

図 11



【図10】

【図12】

図 10

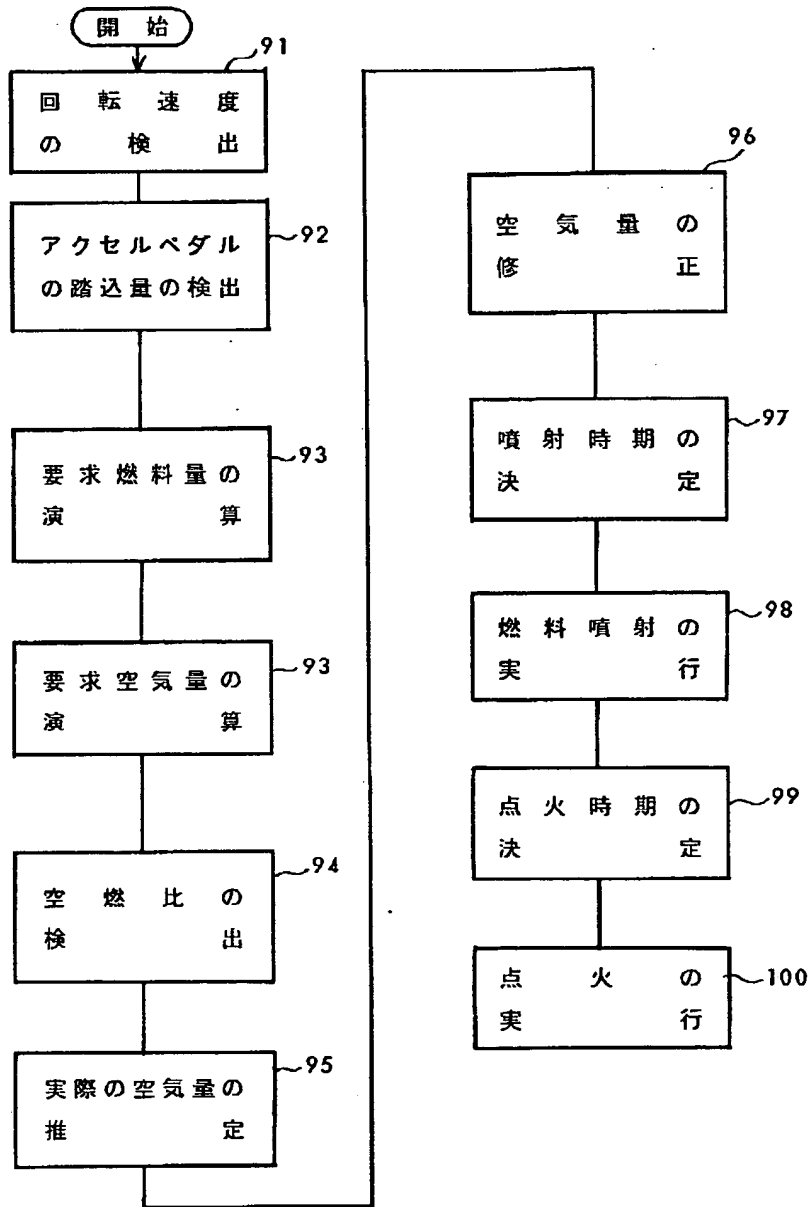
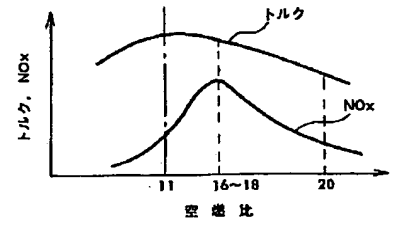
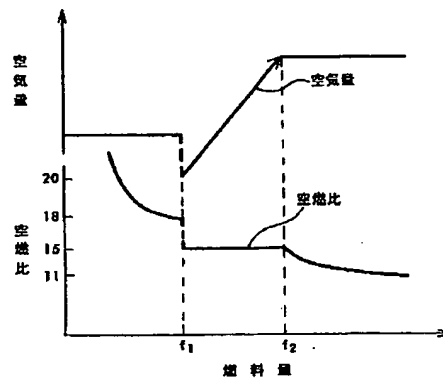


図 12



【図13】

図 13



フロントページの続き

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>

F 0 2 D 43/00

識別記号

庁内整理番号

H

F I

技術表示箇所

(72) 発明者 白石 拓也

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株  
式会社日立製作所日立研究所内

(72) 発明者 大須賀 稔

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株  
式会社日立製作所日立研究所内